

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年7月22日 (22.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/061297 A1

(51) 国際特許分類:

F03D 1/04

(BABA,Yoshimi) [JP/JP]; 〒106-0044 東京都 港区 東麻布3丁目6番5号 麻布ビル306 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2002/013785

(22) 国際出願日: 2002年12月27日 (27.12.2002)

(74) 代理人: 佐藤辰彦, 外 (SATO,Tatsuhiko et al.); 〒151-0053 東京都 渋谷区 代々木2-1-1 新宿マインズタワー16階 Tokyo (JP).

(25) 国際出願の言語:

日本語

(81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) 国際公開の言語:

日本語

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 有限会社馬場技研 (BABA TECHNICAL LABORATORY INC.) [JP/JP]; 〒106-0044 東京都 港区 東麻布三丁目6番5号 麻布ビル403 Tokyo (JP).

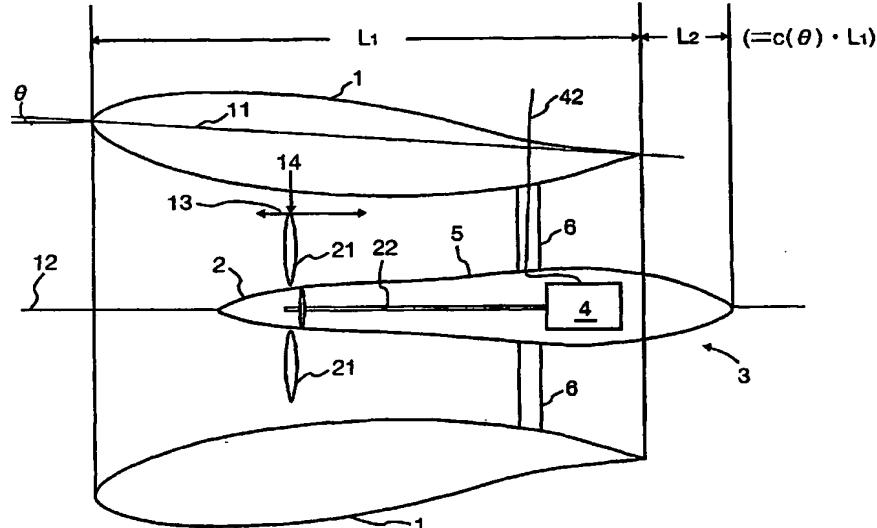
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 馬場 芳美

[続葉有]

(54) Title: WIND POWER GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 風力発電装置



WO 2004/061297 A1

(57) Abstract: A wind power generation device capable of further increasing a power generating efficiency, comprising a generally cylindrical duct (1) having a wall cross section formed generally in a wing section, an impeller (2) rotatable around the axis of the duct (1), and a nacelle (5) forming a streamlined pencil body (3) together with the impeller (2) and storing a generator (4) utilizing the rotating force of the impeller (2), wherein the wall cross section of the duct (1) is formed in the wing section so as to be able to produce a reduced pressure area at the rear of the duct (1) and to suppress the occurrence of swirl at the rear of the duct (1), the pencil body (3) is installed projectedly from the rear end part of the duct (1) so that the tip part thereof is positioned in the duct and the rear end part is positioned close to the tip part of the reduced pressure area occurring at the rear of the duct (1), and the blades (21) of the impeller (2) are installed in the maximum wind velocity area (13) inside the duct (1).

(57) 要約: 発電効率のさらなる向上を図り得る風力発電装置を提供する。本発明の風力発電装置は、側壁断面形状が略翼形とされた略円筒状のダクト1と、ダクト1の軸周りに回転可能な羽根車2と、羽根車2とともに流線型のペンシル体3を構成し、羽根車2の回転力を利用

[続葉有]



(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

する発電機4を収容するナセル5とを備えている。ダクト1の側壁断面形状がダクト1後方で減圧域が発生し得るとともにダクト1後方での渦流の発生を抑制し得る翼型とされている。また、ペンシル体3がその先端部がダクト1内部にあり、その後端部がダクト1後方に発生する減圧域の先端部に近接するようにダクト1後端部から突出して設けられている。さらに羽根車2の羽根21がダクト1内部において最大風速領域13に設けられている。

1
明 紹 書

風力発電装置

5 技術分野

本発明は、側壁断面形状が略翼形とされた略円筒状のダクトと、外方に突出する複数の羽根を有しダクト軸周りに回転可能な羽根車と、羽根車とともに流線型のペンシル体を構成し、羽根車の回転力を利用する発電機を収容するナセルとを備えた風力発電装置に関する。

10

背景技術

羽根車を効率よく回転させて発電効率を向上させる観点から、従来、前記風力発電装置に類似する風力発電装置がいくつか提案されている（実開昭56-74871号等参照）。

15

しかし、本願発明者は風力発電装置の近傍における気流の研究により発電効率に改善の余地があることを知得した。

そこで、本発明は、発電効率のさらなる向上を図り得る風力発電装置を提供することを解決課題とする。

20

発明の開示

前記課題を解決するための本発明の風力発電装置は、ダクトの側壁断面形状がダクト後方で減圧域が発生し得るとともにダクト後方での渦流の発生を抑制し得る翼型とされ、ペンシル体がその先端部がダクト内部にあり、その後端部がダクト後方に発生する減圧域の先端部に近接する25 ようにダクト後端部から突出して設けられ、羽根車の羽根がダクト内部において最大風速領域に設けられていることを特徴とする。

本発明によれば、ダクトの前方から後方に向かう風が生じた場合、ダクト後方で渦流の発生を抑制しながら「減圧域」を生じさせることができる。これにより、ダクト前方からダクト内部への風の流れがダクト後方の渦流により妨げられる事態を解消しながら、減圧域の風の引き込みによるダクト内部の風速増大を図ることができる。
5

一方、本願発明者の得た知見によれば、減圧域の先端部が先細で不安定でありダクトの径方向にふらつきやすく、近傍の風の向き等の変化により大きめにふらつくと減圧域が全体的に消滅してしまう。これではダクト内部の風速増大、ひいては発電効率の向上を図ることができない。

10 しかるに、本発明のようにペンシル体の後端部が減圧域の先端部に近接するようにダクト後方から突出されることで、減圧域の先端部がペンシル体の後端部に引き付けられてふらつきが抑制される。これにより、ダクト前方から後方に向けて風が吹いている間、減圧域の先端部がふらついて減圧域が全体的に消滅する事態を抑制することができる。そして、
15 ダクト後方の減圧域を定常的に維持し、ダクト内部の風速の増大を確保することができる。

また、羽根車の羽根がダクト内部の最大風速領域に設けられることで、羽根車を最大限に回転させることができる。

従って、本発明の風力発電装置によれば①ダクト後方での減圧域の発生によるダクト内部の風速増大、②減圧域の先端部のふらつき抑制による減圧域の定常維持、③ダクト内部の最大風速領域での羽根車の回転を通じ、発電効率のさらなる向上を図ることができる。

また、本発明の風力発電装置は、ダクトの側壁断面の翼型における翼弦がダクト軸に対して所定角度だけ傾けられ、該所定角度に応じて変化する減圧域の先端部の位置に合わせてペンシル体の後端部のダクト後方からの突出長が調節されていることを特徴とする。
25

本発明は、次のような本願発明者の得た知見に基づいている。

即ち、ダクトの側壁断面の翼型における翼弦がダクト軸に対して傾けられることでダクト後方の減圧域の減圧度が変動する。従って、減圧域の減圧度が最大となるように当該傾きが調節されることで、ダクト前方
5 からダクト内部に流れ込んだ風がダクト後方の減圧域によってさらに強く引き込まれ、ダクト内部の風速をさらに増速させることができる。

また、当該傾きが大きくなるほどダクト後方に発生する減圧域の先端部の位置が前方にずれる。従って、当該傾きに応じてペンシル体の後端部が減圧域の先端部に到るようダクトからの突出長が調節されることで、
10 減圧域の先端部のふらつき抑制を図ることができる。

従って、本発明の風力発電装置によれば上記①～③に加え、④ダクト後方での減圧域の減圧度の最大化によるダクト内部の風の最速化を通じ、発電効率の最大化を図ることができる。

さらに本発明の風力発電装置は、前記所定角度が $2^{\circ} \sim 12^{\circ}$ の範囲内とされ、ペンシル体のダクト後方からの突出長がダクト長の0.1～
15 0.4倍の範囲内に設定されていることを特徴とする。

ここで「所定角度」は当該翼弦の翼前縁が翼後縁よりもダクト軸から離反するような傾斜角度を「正」として定義される。

また、本発明の風力発電装置は、羽根車の羽根がダクトの最小内径部分を基準とし、前方にダクト長の0.07倍、且つ、後方にダクト長の0.18倍の範囲内に設けられていることを特徴とする。
20

図面の簡単な説明

図1は本実施形態の風力発電装置の側断面図であり、図2～図4は本
25 実施形態の風力発電装置の機能説明図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の風力発電装置の実施形態について図面を用いて説明する。

図1に示す風力発電装置は略円筒状のダクト1と、外方に突出する複数の羽根2を有しダクト軸x周りに回転可能な羽根車2と、羽根車2とともに流線型のペンシル体3を構成し、回転軸24を介して伝達される羽根車2の回転力を利用する発電機4を収容するナセル5とを備えている。ナセル5はダクト1の内壁から突出する柱体6によりダクト1に対して固定されている。発電機4による発電エネルギーは、柱体6及びダクト1を貫通するリード42を介して外部に供給される。

ダクト1の側壁断面形状は翼型とされている。これは、後述のようにダクト1後方で減圧域が発生し得るとともにダクト1後方での渦流の発生を抑制するためである。ダクト110の側壁断面形状としては公知の翼形であるNACA653-618(9-0.5)、NACA633-618、FA66-S-196V1等が採用される。

また、ダクト1の側壁断面の翼型における翼弦11がダクト軸12に対し、所定角度θだけ傾けられている。所定角度θはダクト1の後端径に対する先端径の比が増大する方向を正として定義される。

ペンシル体3はその先端部にあたる羽根車2の先端部がダクト1内部にあり、その後端部にあたるナセル4の後端部がダクト1の後端から突出するように設けられている。ペンシル体3の後端部のダクト1からの突出長L₂はダクト長L₁のc(>0)倍に設定されている。係数cは所定角度θを変数としてc(2°)=0.4、c(12°)=0.1という条件を満たす単調減少関数c(θ)として表される。これは、後述のようにペンシル体3の後端部をダクト1後方に発生する減圧域の先端部に近接させるためである。

羽根車2の羽根21はダクト1内部において最大風速領域13、即ち、

ダクト1の最小内径部分14を基準とし、前方にダクト長 L_1 の0.07倍、且つ、後方にダクト長 L_1 の0.18倍の範囲に設けられている。

前記構成の風力発電装置の機能について図2～図4を用いて説明する。

本願発明者は、ダクト1前方から後方に向かい風が生じたとき、ダクト1の近傍における風の流れ及び風速をシミュレーションにより検討した。
5

このシミュレーションは、K. Kuwaharaの論文“Unsteady Flow Simulation and Its Visualization”(アメリカ航空・宇宙学会 NACA-640
10 5)に記載されている方法に従って行われた。この方法によれば、まず、空間に仮想の格子系が構成され、その各格子点におけるナビエーストークス方程式(連続体の運動量保存則を表す方程式)が立てられる。この上で、一の格子点におけるナビエーストークス方程式の空間偏微分項に、
15 その近傍にある他の格子点における流体の影響が繰り込まれた上でシミュレーション用の偏微分方程式が立てられる。そして、この偏微分方程式が解かれることにより各格子点における風速が求められる。

また、このシミュレーションに際し、所定角度θを8.7°、ダクト長 L_1 を5,000 [mm]、ペンシル体3の後端突出長 L_2 を1,000 [mm](=0.20 L_1)、ダクト1の最小内径を1,800 [m]
20 m]、先端径を3,166 [mm]とした。

このシミュレーション結果から次のことが知見された。即ち、この風力発電装置によれば、ダクト1前方から後方に向かう風が生じた場合、図2に斜線で示すように減圧域50を生じさせることができる。また、図3に実線で表される風の流れを見ると、ダクト1後方で渦流の発生が抑制されている。従って、ダクト1前方からダクト1内への風の流れがダクト1後方の渦流により妨げられる事態を解消しながら、減圧域50
25

の風の引き込みによるダクト 1 内部の風速増大を図ることができる。

図 2 にダクト 1 前方における風速を 1.0 とした場合の増速度とともにダクト 1 内の等風速線を示す。図 2 から、ダクト 1 の最大風速領域 13 における増速度が 2.2 であること、即ち、当該領域 13 における風速が先端部の風速の 2.2 倍となることがわかる。風力エネルギーは、風速 v 、流体密度 ρ 、ダクト 1 の断面積 S として $\rho S v^3 / 2$ と表されるが、本実施形態ではダクト 1 の開口断面積は最小内径位置の断面積の約 3.1 倍なので、ダクト 1 の最大風速領域 13 における風力エネルギーは、ダクト 1 前方における風力エネルギーの $2.2^3 / 3.1 \sim 3.43$ 倍に増幅され得る。

また、図 2 に示すようにペンシル体 3 の後端部がダクト 1 後方から突出され、減圧域 50 の先端部 51 に到っている。これにより、減圧域 50 の先端部 51 がペンシル体 3 の後端部に引き付けられて安定し、そのふらつきが抑制される。これにより、ダクト 1 前方から後方に向け風が吹いている間、減圧域 50 の先端部 51 がふらついて減圧域 50 が全体的に消滅する事態を抑制することができる。そして、ダクト 1 後方の減圧域 50 を定常的に維持し、ダクト 1 内部の風速の増大を確保することができる。

さらに羽根車 2 の羽根 21 がダクト 1 内部の最大風速領域 13 に設けられることで、羽根車 2 を最大限に回転させることができる。

従って、本発明の風力発電装置によれば、①ダクト 1 後方での減圧域 50 の発生によるダクト 1 内部の風速増大、②減圧域 50 の先端部 51 のふらつき抑制による減圧域 50 の定常維持、③ダクト 1 内部の最大風速領域 13 での羽根車 2 の回転を通じ、発電効率のさらなる向上を図ることができる。

また、図 4 に所定角度 θ を変化させ、これに応じてペンシル体 3 の後

端突出長 L_2 ($= c(\theta) \cdot L_1$) を変化させたときのダクト 1 の最大風速領域 13 における増速度のシミュレーション結果を示す。図 4 から、所定角度 θ が 2° 以上 12° 以下に設定された場合、ダクト 1 内での風の増速度を最大 ($= 2.2$) にすることができる。即ち、所定角度 θ が
5 2° 以上 12° 以下に設定された場合、ダクト 1 後方の減圧域 50 の減圧度が最大となり、ダクト 1 前方からダクト 1 内部に流れ込んだ風がダクト 1 後方の減圧域 50 によってさらに強く引き込まれ、ダクト 1 内部の風速をさらに増速させることができる。

従って、所定角度 θ を 2° 以上 12° 以下に設定し、これに応じてペ
10 シル体 3 の後端突出長 L_2 を調節することで、上記①～③に加え、④ダクト後方での減圧域の減圧度の最大化によるダクト内部の風の最速化を通じ発電効率の最大化を図ることができる。

請求の範囲

1. 略円筒状のダクトと、

外方に突出する複数の羽根を有しダクト軸周りに回転可能な羽根車と、

5 羽根車とともに流線型のペンシル体を構成し、羽根車の回転力を利用する
する発電機を収容するナセルとを備えた風力発電装置であって、

ダクトの側壁断面形状がダクト後方で減圧域が発生し得るとともにダ
クト後方での渦流の発生を抑制し得る翼型とされ、

10 ペンシル体がその先端部がダクト内部にあり、その後端部がダクト後
方に発生する減圧域の先端部に近接するようにダクト後端部から突出し
て設けられ、羽根車の羽根がダクト内部において最大風速領域に設けら
れれていることを特徴とする風力発電装置。

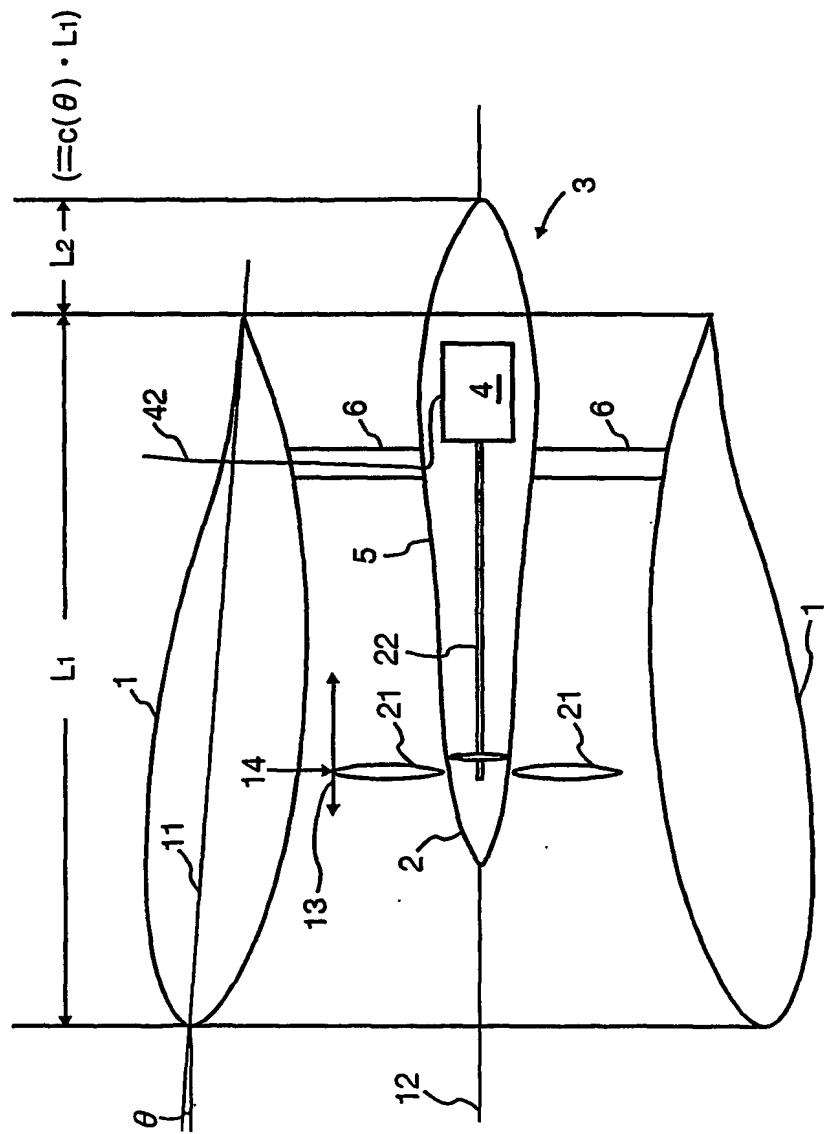
2. ダクトの側壁断面の翼型における翼弦がダクト軸に対して所定角度
だけ傾けられ、該所定角度に応じて変化する減圧域の先端部の位置に合
15 わせてペンシル体の後端部のダクト後方からの突出長が調節されている
ことを特徴とする請求項1記載の風力発電装置。

3. 前記所定角度が $2^{\circ} \sim 12^{\circ}$ の範囲内とされ、ペンシル体のダクト
後方からの突出長がダクト長の $0.1 \sim 0.4$ 倍の範囲内に設定されて
いることを特徴とする請求項2記載の風力発電装置。

20 4. 羽根車の羽根がダクトの最小内径部分を基準とし、前方にダクト長
の 0.07 倍、且つ、後方にダクト長の 0.18 倍の範囲内に設けられ
ていることを特徴とする請求項1、2又は3記載の風力発電装置。

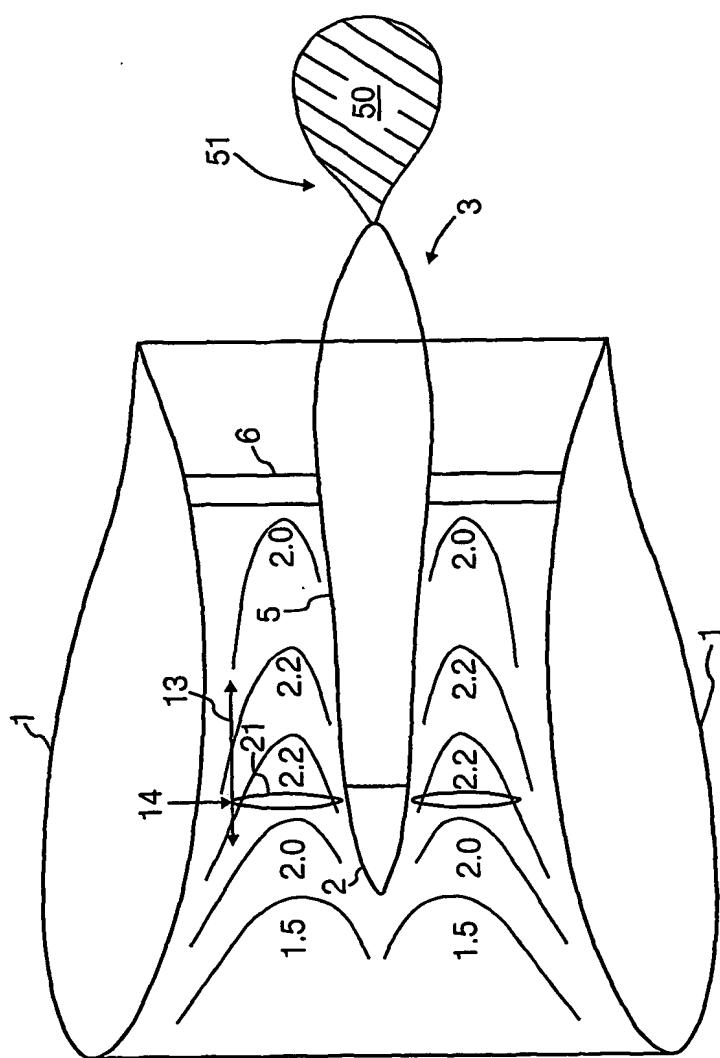
1/4

FIG.1



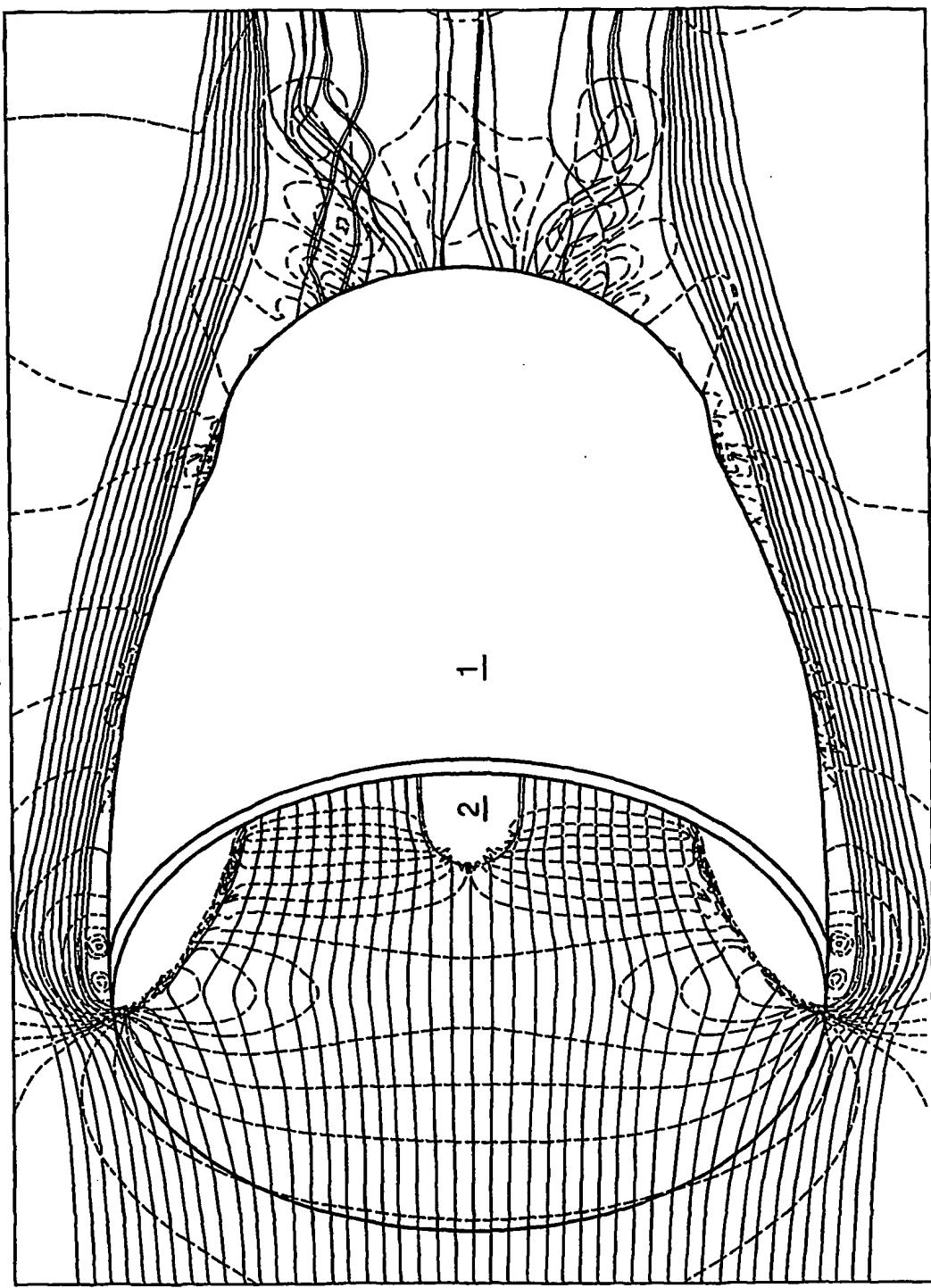
2/4

FIG.2



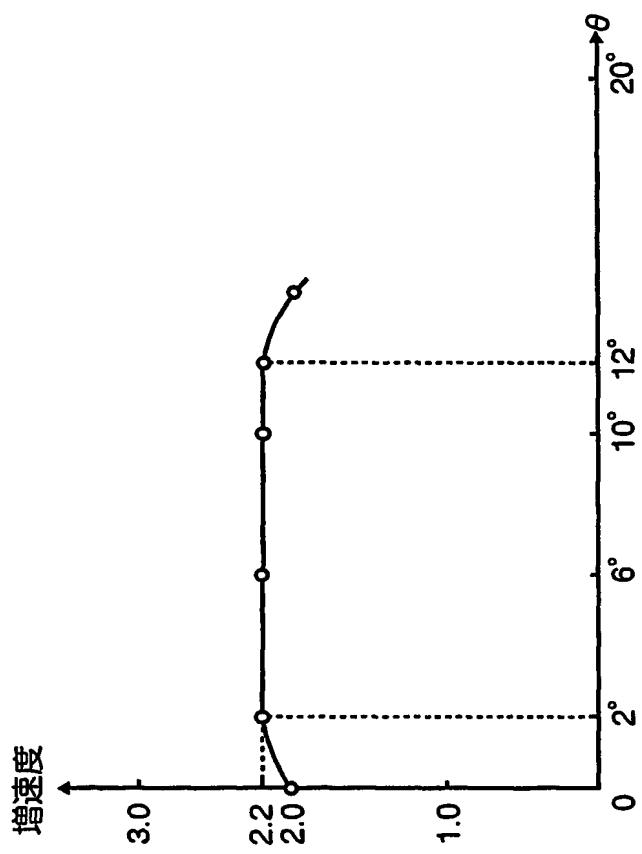
3/4

FIG.3



4/4

FIG.4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/13785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F03D1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F03D1/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, X A	JP 2003-28043 A (Kabushiki Kaisha Fujin Corp.), 29 January, 2003 (29.01.03), Full text; Figs. 1 to 4	1, 4 2-3
A	EP 45202 A1 (Gilchrist, Timothy Michael), 03 February, 1982 (03.02.82), Description, page 6, line 1 to page 9, line 11; Figs. 1 to 4a & AU 7339481 A & DK 332881 A & JP 57-51967 A	1-4 & BR 8104790 A & ES 8204806 A & NO 812544 A

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&"	document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search 17 March, 2003 (17.03.03)	Date of mailing of the international search report 01 April, 2003 (01.04.03)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/13785

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4140433 A (Oliver C. Eckel), 20 February, 1979 (20.02.79), Full text; Figs. 1 to 12 & AU 1487476 A & CA 1109800 A & CH 625018 A & DE 2629923 A & FR 2317522 A & GB 1539566 A & JP 52-9742 A & NL 7606399 A	1-4
A	EP 45264 A2 (MEGATEC-INDUSTRIE), 03 February, 1982 (03.02.82), Full text; Figs. 1 to 2 & ES 8206767 A & FR 2487920 A & GR 74295 A & JP 57-52679 A	1-4
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 156418/1979(Laid-open No. 74871/1981) (Shimadzu Corp.), 18 June, 1981 (18.06.81), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C17 F03D1/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C17 F03D1/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
EX A	JP 2003-28043 A (株式会社風神コーポレーション) 2003.01.29, 全文, 第1-4図	1, 4 2-3
A	EP 45202 A1 (Gilchrist, Timothy Michael) 1982.02.03, 明細書第6頁第1行-第9頁第11行, 第 1-4a図 & AU 7339481 A & BR 8104790 A & DK 33288 1 A & ES 8204806 A & JP 57-51967 A & NO 812544 A	1-4

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.03.03

国際調査報告の発送日

01.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

刈間 宏信

3 T 8816



電話番号 03-3581-1101 内線 6268

C (続き) . 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
A	US 4140433 A (Oliver C. Eckel) 1979. 02. 20, 全文, 第1-12図 & AU 1487476 A & CA 1109800 A & CH 625018 A & DE 2629923 A & FR 2317522 A & GB 1539566 A & JP 52-9742 A & NL 760639 9 A	1-4
A	EP 45264 A2 (MEGATEC-INDUSTRIE) 1982. 02. 03, 全文, 第1-2図 & ES 8206767 A & FR 2487920 A & GR 74295 A & JP 57-52679 A	1-4
A	日本国実用新案登録出願54-156418号（日本国実用新案 登録出願公開56-74871号）の願書に添付した明細書及び図 面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社島津製作所）19 81. 06. 18, 全文, 第1-3図（ファミリーなし）	1-4